

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู*

FACTORS AND INDICATORS OF TEACHING COMPETENCY IN GEOMETRY OF PRE-SERVICE TEACHERS

อุเทน ปุ่มสันเทียะ*, ขวัญ เพียชัย, สุกัญญา หะยีสาละ, เอนก จันทจรูญ

Uthen Pumsanthia*, Khawn Piasai, Sukanya Hajisalah, Anek Janjaroon

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author E-mail: uthen.pumsanthia@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู โดยใช้วิธีวิจัยแบบเทคนิคเดลฟาย ซึ่งเป็นกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ตรง และหลีกเลี่ยงการพบปะกันโดยตรงเพื่อลดอิทธิพลทางความคิด โดยที่การวิจัยดำเนินการ จำนวน 3 รอบ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ อาจารย์มหาวิทยาลัย อาจารย์นิเทศก์ ครูในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล รวมจำนวน 17 คน ได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และแบบสอบถามแบบมาตราส่วนค่า 5 ระดับ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 ทุกฉบับ วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก รวมทั้งหมด 40 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ 13 ตัวบ่งชี้ ครอบคลุมความรู้ด้านเรขาคณิต หลักสูตร วิธีการสอน และการวัดและประเมินผล 2) ด้านทักษะการสอน 18 ตัวบ่งชี้ ครอบคลุมทักษะที่จำเป็นต่อการสอนเรขาคณิต ได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม การอธิบาย การสรุปบทเรียน การใช้เครื่องมือ และการใช้โปรแกรมทางเรขาคณิตพลวัต และ 3) ด้านคุณลักษณะ 9 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การมีวินัย การสร้างแรงจูงใจ และการเสริมแรง ตัวบ่งชี้มีค่ามัธยฐานตั้งแต่ 4.00 ขึ้นไป และพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ไม่เกิน 1.00 แสดงถึงความสอดคล้องของความคิดเห็นในระดับที่เชื่อถือได้ ผลการวิจัยนี้สามารถนำตัวบ่งชี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบหลักสูตรฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สมรรถนะการสอน, องค์ประกอบสมรรถนะการสอน, ตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอน, เทคนิคเดลฟาย, การสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู

Abstract

This study aimed to investigate the components and indicators of geometry teaching competency among pre-service teachers by employing the Delphi technique, which collects expert opinions without face-to-face interaction to minimize cognitive bias. The research proceeded



through three iterative rounds with a purposively selected panel of 17 experts, including university faculty members, teaching supervisors, basic education teachers, and educational measurement and evaluation specialists. Data collection instruments comprised a document analysis protocol, a semi-structured interview guide, and a five-point Likert scale questionnaire; all instruments passed content validity checks with an Item-Objective Congruence (IOC) index greater than 0.5. Qualitative data were analyzed using content analysis, while quantitative data were examined with descriptive statistics, specifically, the median and interquartile range, to assess the degree of consensus. The findings revealed that geometry teaching competency consists of three main components encompassing a total of 40 indicators: 1) Knowledge (13 indicators) covering geometry content, curriculum understanding, instructional methods, and assessment practices; 2) Teaching Skills (18 indicators) including lesson introduction, effective questioning, concept explanation, lesson summarization, use of geometric tools, and application of dynamic geometry software; and 3) Attributes (9 indicators) such as professional discipline, motivational strategies, and reinforcement techniques. All indicators achieved median scores of 4.00 or higher and interquartile ranges not exceeding 1.00, indicating a high level of expert agreement and reliability. These indicators can be applied effectively to designing teacher practicum curricula and developing assessment instruments for evaluating geometry teaching competency among pre-service teachers.

Keywords: Geometry Teaching Competency, Components of Teaching Competency, Indicators of Teaching Competency, Delphi Technique, Pre-Service Teachers' Geometry Teaching

บทนำ

แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะเริ่มจากความสงสัยของ David McClelland ที่สงสัยว่าทำไมบุคลากรที่ทำงานในตำแหน่งเดียวกันมีผลการทำงานที่แตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาโดยแยกบุคลากรที่มีผลการปฏิบัติงานดีออกจากบุคลากรที่มีผลการปฏิบัติงานพอใช้ แล้วจึงศึกษาบุคลากรทั้ง 2 กลุ่ม ว่ามีผลการทำงานที่แตกต่างกันอย่างไร ผลจากการศึกษาสรุปว่า บุคลากรที่มีการปฏิบัติงานดีจะมีสิ่งหนึ่งที่เรียกว่าสมรรถนะ (Competence) ซึ่งเป็นกลุ่มของพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดผลการปฏิบัติงานที่สูงกว่ามาตรฐานและในปี ค.ศ. 1973 David McClelland ได้ตีพิมพ์บทความวิชาการเรื่อง Testing for Competence Rather than Intelligence ในวารสาร American Psychologist เพื่อเผยแพร่แนวคิดให้คนหันมาสนใจประเมินสมรรถนะมากกว่าประเมินเชาวน์ปัญญาหรือ IQ และได้สร้างแบบสัมภาษณ์ (Behavioral Event Interview-BE) เพื่อค้นหาผู้ที่มีผลการปฏิบัติงานดี ผลจากการศึกษาของ David McClelland ทำให้องค์กรต่าง ๆ เริ่มหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับสมรรถนะ ทั้งที่ก่อนหน้านี้มีบทความเกี่ยวกับสมรรถนะในวารสารซึ่งเขียนโดย R. W. White ในปีค.ศ. 1959 ที่ให้แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะว่าเป็นแรงจูงใจในการทำงาน (Performance motivation) และในระยะเวลาต่อมามีผู้ที่เห็นความสำคัญและให้ความหมายของสมรรถนะหลายความหมายและคำนี้ถูกนำมาใช้ในสาขาการจัดการ การพัฒนาองค์กร ความหมายของสมรรถนะจึงแปรเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ แต่ก็อยู่ในแนวทาง ที่หมายถึง ความรู้ ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ที่จะทำให้คนผู้นั้นทำงานได้เหนือกว่าคนอื่นและประสบความสำเร็จ สมรรถนะจึงถูกนำไปใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการพิจารณาคัดคนเข้าทำงาน ใช้ในการประเมินเพื่อเลื่อนตำแหน่งและพัฒนาองค์กร (อัญชลี สารรัตน์, 2559) สำหรับในทางการศึกษา พบว่า ผู้เรียนที่มีสมรรถนะจะสามารถนำความรู้ในเชิงทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติได้จริง ไม่ใช่แค่รู้แบบท่องจำได้ หรือรู้แต่ทำไม่ได้ อีกทั้งผู้เรียนที่มีสมรรถนะยังมีความมั่นคงในการประกอบอาชีพ

ในระยะยาว สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมในอาชีพได้ ตรงกันข้ามกับผู้เรียนที่ขาดสมรรถนะ ซึ่งอาจมีความรู้แต่นำไปใช้ไม่ได้ หรือมีความรู้แต่ขาดคุณลักษณะบางอย่างที่เอื้อต่อการปฏิบัติงาน หรืออาจจะไม่มีทั้งความรู้และคุณลักษณะที่เอื้อต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการพัฒนาสมรรถนะของตนเองในระยะยาวเช่นกัน นอกจากสมรรถนะของผู้เรียนแล้ว สมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถนะด้านการสอนของครู กล่าวว่าการสร้างเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น (มณฑลธน ไชยเสน, 2562) การสอนของครูมีความสำคัญหรือมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องพัฒนาสมรรถนะการสอนของตนเองเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียน (Lucero, J., 2018) สมรรถนะการสอนเป็นคุณลักษณะสำคัญของครูที่พึงมีเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูควรมีการพัฒนาและฝึกฝนเกี่ยวกับสมรรถนะการสอนของตนเองเนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการพัฒนาวิชาชีพของตนเองและมีผลกระทบต่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถนะการสอนของครู มีนักวิชาการและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถนะการสอนของครู (Berry, A. et al., 2008) สมรรถนะการสอนของครู ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้ (Knowledge) เกี่ยวข้องกับความรู้เนื้อหาวิชาและความรู้กระบวนการ 2) ด้านทักษะ (Skills) เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียนที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และ 3) ด้านคุณลักษณะส่วนบุคคล (Attributes) เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวครู (พูนสุข อุดม, 2556) สมรรถนะการสอน ที่ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ รวมทั้งความสามารถทางวิชาชีพของครูที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน (Gogia, N. & Lakshmi, Y. V., 2020) ครูจะต้องมีความรู้ มีทักษะ และมีคุณลักษณะในการปฏิบัติการสอนทุกครั้งเป็นความสามารถอย่างหนึ่งในการนำเอาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งเทคนิคมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสมรรถนะการสอนของครูมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับมิติทางด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะส่วนบุคคล รวมทั้งความสามารถทางวิชาชีพของครูที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553)

การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ได้รับอิทธิพลจากวิทยาการที่หลากหลายและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ ธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความไวต่อข้อมูลข่าวสารและการเปลี่ยนแปลง (ประสาธน์ เณรเฉลิม, 2562) ผู้เรียนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ก) ซึ่งเนื้อหาเรขาคณิตเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งของคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรขาคณิตเกิดขึ้นในอียิปต์โบราณเมื่อประมาณ 700 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์โบราณต่างก็ให้ความสนใจเรขาคณิตในแง่การนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์แก่การดำรงชีวิต ปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตมีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ อย่างมาก เราใช้เรขาคณิตเพื่อทำความเข้าใจหรือการสำรวจโลก และอวกาศ นอกจากนี้ เรขาคณิตยังช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญหลายประการ อีกทั้งเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับความรู้แขนงอื่น ๆ อีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ซึ่งประเทศไทยในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตไม่ว่าจะเป็นด้านหลักสูตร ด้านเนื้อหา ด้านวิธีการสอน หรือด้านเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการสอน อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแม้ว่าจะเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น แต่การจัดการเรียนรู้เรขาคณิตยังไม่บรรลุผลเท่าที่ควรเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561, 2562, 2563 และ 2564 ในส่วนสาระการวัดและ



เรขาคณิต พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 42.78, 26.93, 25.91 และ 25.68 ตามลำดับ จะเห็นว่าแนวโน้มของคะแนนลดลงทุกปีการศึกษา นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยร้อยละดังกล่าวยังต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำของการทดสอบ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2565) เช่นเดียวกันกับผลการประเมิน PISA ของนักเรียนไทย ด้านคณิตศาสตร์ ในปี 2012 ปี 2015 และปี 2018 มีคะแนนเฉลี่ย PISA 2012 (427 คะแนน) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (494 คะแนน) มีนักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งยังรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐาน คะแนนเฉลี่ย PISA 2015 (415 คะแนน) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (490 คะแนน) และคะแนนเฉลี่ย PISA 2018 (419 คะแนน) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (489 คะแนน) นักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) เช่นกัน ซึ่งผลการประเมินทั้ง 3 ครั้ง มีแนวโน้มของคะแนนที่ลดลง และในปี 2018 ความสามารถของนักเรียนไทยอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นฐานถึง 53% ผลการทำข้อสอบ พบว่า เนื้อหาที่นักเรียนทำได้คะแนนน้อยที่สุด คือ ปริภูมิและรูปทรง (25.7%) ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับความรู้ทางเรขาคณิตของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ข) และผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโครงการศึกษาแนวโน้มนการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) พบว่า คะแนนเฉลี่ยจำแนกตามเนื้อหาวิชาในสาระเรขาคณิต 429 คะแนน ของนักเรียนไทยอยู่ในระดับต่ำสุดเช่นกัน เมื่อเทียบกับสาระ จำนวน 430 คะแนน, ฟิสิกส์ 429 คะแนน และข้อมูลและโอกาส 431 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ค) จากผลการประเมินข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาของครูผู้สอนซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยปัญหาเกี่ยวกับนักศึกษาครูและครูผู้สอนเรขาคณิต พบประเด็นปัญหาที่นักวิชาการหลายท่านเสนอไว้ในงานวิจัย ในการสำรวจสภาพลักษณะมีโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูและครู พบว่า นักศึกษาครูและครูมีภาพลักษณะมีโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง มุม เส้นขนาน รังสี รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปหลายเหลี่ยม พื้นที่และเส้นรอบรูป และรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ (นวลศรี ชำนาญกิจ, 2544) นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์มีความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตที่อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง (นวลศรี ชำนาญกิจ, 2550) นักศึกษาครูยังมีความรู้ทางเรขาคณิตอยู่ในระดับต่ำและขาดความรู้สามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต อีกทั้งมีมีโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนในหลาย ๆ หัวข้อ (Nihan, S. & Cigdem, K., 2021) การจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตของครูยังไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตกับวิชาอื่น ๆ ได้ (ณัชฎาภา นิमितติ และณัฐจิรา บุศย์ดี, 2560) นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการสอนเรขาคณิตของครู พบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตของครูยังเป็นในลักษณะการบอกความรู้ให้กับนักเรียน ขาดการนำสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาใช้ ทำให้นักเรียนนึกภาพไม่ออก (นฤมล ซอลี และคณะ, 2561) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ พบว่า ปัญหาการสอนของครูซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้ ครูยังเน้นใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย การจัดการกิจกรรมยังไม่หลากหลาย วิธีการจัดการเรียนการสอนยังเน้นครูเป็นศูนย์กลางและให้ความสำคัญกับความรู้ความจำมากกว่าระบบการคิดการแก้ปัญหาที่มีวิธีการที่แน่นอนวิธีเดียว ซึ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาเป็นการฝึกใช้สูตรและฝึกการทำตามขั้นตอน ยังไม่เน้นกระบวนการคิด รวมทั้งขาดการฝึกเพื่อให้นักเรียนหาข้อสรุปบทเรียนด้วยตนเอง (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ, 2551)

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสืบทอดบทบาทการจัดการฝึกหัดครูของประเทศต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน ควรจะเป็นผู้นำในการปรับเปลี่ยนการฝึกหัดครูให้สามารถสร้างครูรุ่นใหม่ให้มีความเพียบพร้อมในการจัดการเรียนการสอน เพื่อความเชี่ยวชาญในการประกอบวิชาชีพครู (บัณฑิต ฉัตรวิโรจน์, 2550) หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นหลักสูตรหนึ่งที่ทำเนิการสอนนักศึกษาครูหลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพ (หลักสูตรอิงสมรรถนะ) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้

ความสามารถและเชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ทั้งในการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น 2) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความสามารถในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนด้านคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีวิทยาการใหม่ ๆ มาพัฒนาองค์ความรู้และการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ 3) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู มุ่งมั่นและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ นอกจากนี้ สมรรถนะหลักที่ทางหลักสูตรมุ่งเน้นให้เกิดแก่นักศึกษาคือ สมรรถนะการสอน (มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2562)

ปัจจุบันจะมีกรอบสมรรถนะการสอนครูทั่วไปที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานต่าง ๆ ตามกรอบมาตรฐานวิชาชีพครู แต่กรอบดังกล่าวยังขาดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่เจาะจงสำหรับการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคูในบริบทการฝึกประสบการณ์จริง จึงไม่อาจสะท้อนพฤติกรรม ทักษะ และคุณลักษณะเฉพาะด้านที่จำเป็นต่อการสอนเรขาคณิตได้อย่างครบถ้วน งานวิจัยนี้จึงมุ่งตอบข้อสงสัยดังกล่าว ด้วยการศึกษารวบรวมข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญที่สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรีและปราศจากอิทธิพลทางความคิด ผลลัพธ์จากการวิจัยจึงมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้จริง (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2563) อย่างไรก็ตาม จุดเด่นสำคัญของการศึกษานี้คือ การพัฒนาตัวบ่งชี้ที่มีความละเอียดและครอบคลุมเฉพาะด้านการสอนเรขาคณิต ซึ่งแตกต่างจากกรอบมาตรฐานเดิมที่เป็นแบบทั่วไป แต่ไม่ละเอียดเพียงพอสำหรับการประเมินและพัฒนาในเชิงปฏิบัติ ด้วยข้อค้นพบจากครั้งนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างแนวทางเชิงปฏิบัติในการเสริมสร้างสมรรถนะการสอนเรขาคณิตให้นักศึกษาคู และสามารถเข้าสู่วิชาชีพครูได้อย่างมีคุณภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคู

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคู โดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ที่เป็นเทคนิคการวิจัยที่ใช้รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาฉันทามติโดยหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้เชี่ยวชาญมาเผชิญหน้ากัน ลดการมีอิทธิพลทางความคิด และให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบสอบถาม แล้วนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคนมาสรุป จำนวนผู้เชี่ยวชาญ ที่เหมาะสม คือ 17 คนขึ้นไป เพราะมีอัตราความคลาดเคลื่อนต่ำ ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2563) มีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 17 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามคุณสมบัติ ดังนี้

1.1 อาจารย์คณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ จำนวน 5 คน มีประสบการณ์เกี่ยวกับการผลิตและพัฒนาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นเวลา 5 ปีขึ้นไป ที่สอนเกี่ยวกับเรขาคณิตในระดับมหาวิทยาลัย และมีผลงานหรืองานวิจัยด้านการผลิตและพัฒนาครู ในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ

1.2 อาจารย์นิเทศก์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 4 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการนิเทศการสอน นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นเวลา 5 ปีขึ้นไป มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการ ตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป และมีผลงานหรืองานวิจัยด้านการศึกษาในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ



1.3 ครูผู้สอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 4 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาเนื้อหาเรขาคณิต เป็นเวลา 5 ปีขึ้นไป และเคยเป็นครูที่เลี้ยงนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์

1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 คน มีประสบการณ์สอนด้านการวัดและประเมินผลในสถาบันอุดมศึกษา เป็นเวลา 5 ปีขึ้นไป มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการ ตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป และสำเร็จการศึกษาปริญญาตรีในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ และมีผลงานหรืองานวิจัย ด้านการวัดและประเมินผลในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบวิเคราะห์เอกสาร ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร ที่เป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะด้านการสอนของนักศึกษาครู เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนเรขาคณิต และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เสนอต่ออาจารย์ ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบวิเคราะห์เอกสารตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู รอบที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จัดทำแบบสัมภาษณ์โดยยึดตามผลการวิเคราะห์เอกสาร เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์โดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้แบบสัมภาษณ์สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลรอบที่ 1

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู รอบที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ในรอบที่ 1 สังเคราะห์เป็นแบบสอบถาม จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม เพื่อให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลรอบที่ 2

2.4 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู รอบที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามในรอบที่ 2 สังเคราะห์เป็นแบบสอบถาม พร้อมทั้งระบุค่าระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญนั้น ๆ ที่ได้ตอบในแบบสอบถามรอบที่ 2 ไว้ในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู ฉบับที่ 3 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันคำตอบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่ และเพิ่มตารางส่วนท้ายในการเติมเหตุผลของคำตอบ จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม เพื่อให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลรอบที่ 3

ลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู รอบที่ 2 และรอบที่ 3 แบบสอบถามนี้ประกอบด้วยตัวแปร 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ (Knowledge) จำนวน 13 ตัวบ่งชี้ ด้านทักษะการสอน (Teaching Skills) จำนวน 18 ตัวบ่งชี้ และด้านคุณลักษณะส่วนบุคคล (Attributes) จำนวน 9 ตัวบ่งชี้ รวมเป็น 40 ข้อคำถาม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ “ให้คะแนนความเหมาะสม” ของแต่ละตัวบ่งชี้เป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (1 = เหมาะสมน้อยที่สุด, 2 = เหมาะสมน้อย, 3 = เหมาะสมปานกลาง, 4 = เหมาะสมมาก, 5 = เหมาะสมมากที่สุด) เมื่อรวบรวมคะแนนแล้วจะคำนวณค่าเฉลี่ยและพิสัยควอร์ไทล์เพื่อพิจารณาว่าตัวบ่งชี้ใดควรรักษา ปรับแก้ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2563) ตัวอย่างรูปแบบข้อคำถาม เช่น “ตัวบ่งชี้ที่ 1 เข้าใจและอธิบายทฤษฎีบทเรขาคณิตขั้นพื้นฐานได้อย่างถูกต้อง” ให้เลือกคะแนน 1 - 5 ตามความเหมาะสม

3. การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้หมายเลขรับรอง SWUEC-672600 วันที่รับรอง 16 พฤศจิกายน 2567 และวันที่หมดอายุ 15 พฤศจิกายน 2568 โดยได้ทำหนังสือชี้แจงให้กลุ่มเป้าหมายทราบถึงวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และสิทธิของกลุ่มเป้าหมายในการตอบรับหรือปฏิเสธในการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ โดยคำตอบที่ได้จะไม่มีการเผยแพร่ให้กระทบต่อกลุ่มเป้าหมาย และจะนำเสนอข้อมูลโดยภาพรวมเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการศึกษาเท่านั้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบวิเคราะห์เอกสารที่เขียนโดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ และเป็นหน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับชาติที่เขียนโดยนักการศึกษาหรือนักวิชาการที่มีความรู้และประสบการณ์ในด้านการศึกษา และมีผลงานวิชาการในระดับชาติหรือนานาชาติ จากวารสารในฐานข้อมูล Thai Journals Online, ERIC และ Scopus โดยใช้คำค้น ดังนี้ “การสอนเรขาคณิต, สมรรถนะการสอน, องค์ประกอบสมรรถนะการสอน, ตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอน, Geometry Teaching, Geometry Teaching Competency, Components of Teaching Competency, Indicators of Teaching Competency, Pre-Service Teachers” ดำเนินการในเดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลา 4 เดือน

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญผ่านระบบออนไลน์โดยใช้โปรแกรม zoom meeting และบันทึก VDO ดำเนินการในเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 โดยส่งแบบสอบถามทาง E-mail ของผู้เชี่ยวชาญ และติดตามการตอบกลับแบบสอบถามจนครบตามจำนวน 17 คน ดำเนินการในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลา 3 เดือน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัย โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

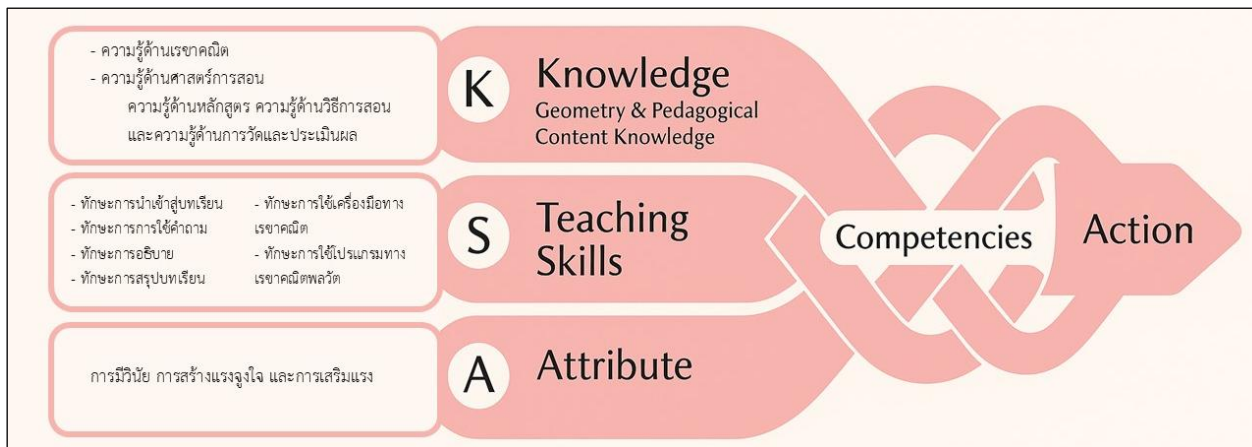
5.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู รอบที่ 1 โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ดำเนินการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน สมรรถนะการสอนของนักศึกษาครู รวมถึงมโนทัศน์ทางเรขาคณิต จากนั้นจึงสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำเป็นข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู (รอบที่ 2) ซึ่งจะใช้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญต่อไป

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู รอบที่ 2 เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละข้อ และรอบที่ 3 เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมยืนยันคำตอบ วิเคราะห์ค่ามัธยฐาน (Median) และพิสัยระหว่าง ควอร์ไทล์ (Interquartile Range) เกณฑ์ฉันทามติ คือ ตัวบ่งชี้ที่มีค่ามัธยฐานระหว่าง 3.50 - 5.00 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นด้วยกับความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ในระดับมากขึ้นไป และมีค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ 0.00 - 1.50 หมายถึง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2563)



ผลการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะการสอนของนักศึกษาคู และศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคูได้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ (Knowledge) ประกอบด้วย ด้านความรู้ด้านเรขาคณิต (Geometry Content Knowledge) และความรู้ด้านศาสตร์การสอน (Pedagogical Content Knowledge) ด้านทักษะการสอน (Teaching Skills) และด้านคุณลักษณะ (Attribute) รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคู

จากภาพที่ 1 องค์ประกอบของสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคู ผู้วิจัยได้สร้างเป็นข้อคำถามเพื่อเก็บข้อมูลในรอบที่ 1 โดยการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคูกับผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 17 คน ได้ข้อมูลดังตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาคู ในรอบที่ 1 ด้านความรู้ (K: Knowledge) การแสดงพฤติกรรมของนักศึกษาคูที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการนำความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตจนประสบความสำเร็จ ด้านความรู้ (Knowledge) ประกอบด้วย ความรู้ด้านเรขาคณิต (Geometry Content Knowledge) และความรู้ด้านศาสตร์การสอน (Pedagogical Content Knowledge) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ นักศึกษาคูควรมีความรู้ด้านเรขาคณิตทั้งในเชิงเนื้อหาและศาสตร์การสอน โดยต้องเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ การพิสูจน์ และการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง พร้อมทั้งมีความเข้าใจหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และสามารถออกแบบแผนการสอน กิจกรรม และการประเมินผลที่ส่งเสริมความเข้าใจและพัฒนาความคิดของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านทักษะการสอน (S: Teaching Skills) การแสดงพฤติกรรมของนักศึกษาคูที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการนำทักษะการสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตจนประสบความสำเร็จ ด้านทักษะการสอน (Teaching Skills) ประกอบด้วย ทักษะการนำเข้าสู่บทเรียน ทักษะการการใช้คำถาม ทักษะการอธิบาย ทักษะการสรุปบทเรียน ทักษะการใช้เครื่องมือทางเรขาคณิต และทักษะการใช้โปรแกรมทางเรขาคณิตพลวัต ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ นักศึกษาคูควรมีทักษะการสอนที่สามารถถ่ายทอดแนวคิดเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถนำเข้าสู่บทเรียนได้อย่างกระตุ้นความสนใจ ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล อธิบายแนวคิดเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งเลือกใช้สื่อ เทคโนโลยี และ

เครื่องมือเรขาคณิต เช่น GeoGebra ได้เหมาะสมกับเนื้อหา มีทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสังเกตและสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริงได้อย่างมีความหมาย ด้านคุณลักษณะ (A: Attribute) การแสดงพฤติกรรมของนักศึกษาครูที่สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรขาคณิตจนประสบความสำเร็จ ด้านคุณลักษณะ (Attribute) ประกอบด้วย การมีวินัย การสร้างแรงจูงใจ และการเสริมแรง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า นักศึกษาครูควรมีคุณลักษณะที่สะท้อนความเป็นครูมืออาชีพ ได้แก่ ความมีวินัยและความรับผิดชอบในการเตรียมการสอนอย่างรอบคอบ สม่าเสมอ และตรงต่อเวลา มีความมุ่งมั่นทุ่มเท และใฝ่รู้ โดยสามารถพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเมื่อพบปัญหาหรือเนื้อหาที่ยาก รวมทั้งมีความสามารถในการสร้างแรงจูงใจ เช่น การใช้คำชม การเสริมแรงเชิงบวก และการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริงเพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้เรขาคณิต

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูในรอบที่ 1 สะท้อนความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดด้านสมรรถนะใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ ทักษะการสอน และคุณลักษณะ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมทั้งด้านทฤษฎี ปฏิบัติ และเจตคติที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู

ตารางที่ 1 ผลการพิจารณาตัวบ่งชี้ ค่ามัธยฐาน (Med) ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) และฉันทามติ

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู		รอบที่ 2			รอบที่ 3		
		Med	IQR	ฉันทามติ	Med	IQR	ฉันทามติ
ด้านความรู้ (K: Knowledge)	K1: ความรู้ด้านเรขาคณิต						
	K11: อธิบายและวิเคราะห์สมบัติของรูปเรขาคณิตพื้นฐาน	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
	K12: อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบทในเรขาคณิต	4.00	1.00	✓	4.00	1.00	✓
	K13: วิเคราะห์โครงสร้างและพิสูจน์ทฤษฎีบทเรขาคณิตแบบยูคลิด	5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	K14: ระบุข้อบกพร่องของเรขาคณิตแบบยูคลิดในอิลลิเมนต์และการแก้ไข	4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	K2: ความรู้ด้านหลักสูตร						
	K21: เข้าใจมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตร	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	K22: เชื่อมโยงตัวชี้วัดกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง	4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	K23: กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับคุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตร	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	K3: ความรู้ด้านวิธีการสอน						
	K31: อธิบายหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบการเรียนการสอน	5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	K32: ออกแบบแผนการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	K33: วางแผนและจัดการชั้นเรียนอย่างสร้างสรรค์	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓



ตารางที่ 1 ผลการพิจารณาตัวบ่งชี้ ค่ามัธยฐาน (Med) ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) และฉันทามติ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู		รอบที่ 2			รอบที่ 3		
		Med	IQR	ฉันทามติ	Med	IQR	ฉันทามติ
	K4: ความรู้ด้านการวัดและประเมินผล						
	K41: อธิบายหลักการวัดและประเมินผลที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	K42: สร้างเครื่องมือวัดผลทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมและมีคุณภาพ	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
	K43: วิเคราะห์และใช้ผลการประเมินเพื่อสะท้อนกลับ	5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
ด้านทักษะการสอน (S: Teaching Skills)	S1: ทักษะการนำเข้าสู่บทเรียน						
	S11: เตรียมความพร้อมนักเรียนด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่เหมาะสม	4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	S12: เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนให้สัมพันธ์กับบทเรียนใหม่	5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	S13: ใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมที่เชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่จะสอน	4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	S2: ทักษะการการใช้คำถาม						
	S21: เลือกใช้คำถามที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
	S22: ใช้วิธีการถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	S23: หยุดเว้นระยะหลังจากการถามเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดก่อนตอบคำถาม	5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	S3: ทักษะการอธิบาย						
	S31: อธิบายเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	S32: อธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมสาระที่สำคัญ	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	S33: อธิบายเนื้อหาอย่างต่อเนื่องและเป็นลำดับขั้น	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
	S4: ทักษะการสรุปบทเรียน						
	S41: สรุปสาระสำคัญได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	S42: เลือกใช้วิธีหรือเทคนิคการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม	4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
	S43: เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสรุปเนื้อหา	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
	S5: ทักษะการใช้เครื่องมือทางเรขาคณิต						
	S51: เลือกใช้เครื่องมือเรขาคณิตได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	S52: แสดงหรือให้นักเรียนฝึกปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
	S53: สาธิตการใช้อย่างชัดเจนและเป็นขั้นตอน	5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓

ตารางที่ 1 ผลการพิจารณาตัวบ่งชี้ ค่ามัธยฐาน (Med) ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) และฉันทามติ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู		รอบที่ 2			รอบที่ 3		
		Med	IQR	ฉันทามติ	Med	IQR	ฉันทามติ
S6: ทักษะการใช้โปรแกรมทางเรขาคณิตพลวัต							
S61: ใช้โปรแกรมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับบทเรียน		5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
S62: นำเสนอแนวคิดเรขาคณิตผ่านการใช้โปรแกรม		4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
S63: มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสำรวจเรขาคณิตจากโปรแกรม		5.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
A1: การมีวินัย							
A11: ปฏิบัติตามเวลาที่กำหนดในการสอนอย่างเคร่งครัด		5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
A12: เตรียมการสอนล่วงหน้าอย่างสม่ำเสมอ		5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
A13: รับผิดชอบต่อหน้าที่การสอนและงานที่ได้รับมอบหมาย		5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
A2: การสร้างแรงจูงใจ							
A21: ใช้คำพูดหรือกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนรู้		5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
A22: แสดงท่าทีและอารมณ์ที่ส่งเสริมพลังบวกในการเรียน		5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓
A23: ส่งเสริมความเชื่อมั่นและเห็นคุณค่าในตนเองของผู้เรียน		5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
A3: การเสริมแรง							
A31: มีการเสริมแรงผู้เรียนด้วยวาจา		5.00	0.00	✓	5.00	0.00	✓
A32: มีการเสริมแรงผู้เรียนด้วยท่าทาง เช่น การปรบมือ		4.00	1.00	✓	5.00	1.00	✓
A33: มีการเสริมแรงผู้เรียนอย่างมีหลักเกณฑ์เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วม		5.00	1.00	✓	5.00	0.00	✓

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ตัวบ่งชี้ผ่านเกณฑ์ฉันทามติ และมีความเหมาะสมระดับมากขึ้นไป

จากตารางที่ 1 พบว่า ตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู มีจำนวนทั้งหมด 40 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ 13 ตัวบ่งชี้ 2) ด้านทักษะการสอน 18 ตัวบ่งชี้ และ 3) ด้านคุณลักษณะ 9 ตัวบ่งชี้ ซึ่งทั้ง 40 ตัวบ่งชี้ ได้รับผ่านฉันทามติจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่ามัธยฐานตั้งแต่ 4.00 ขึ้นไป และมีค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ไม่เกิน 1.00

อภิปรายผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะการสอนเรขาคณิต พบว่า ตัวบ่งชี้มีค่ามัธยฐาน (Med) 4.00 - 5.00 อยู่ในระดับสูงทุกตัวบ่งชี้ อภิปรายตามความหมายของค่ามัธยฐานได้ว่า ตัวบ่งชี้ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ 2) ทักษะการสอน และ 3) ด้านคุณลักษณะ ทุกองค์ประกอบมีความสำคัญ และต้องใช้ร่วมกัน เพื่อบ่งบอกถึงระดับของสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู เป็นการแสดงพฤติกรรมของนักศึกษาครู ที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการนำความรู้ ทักษะการสอน และคุณลักษณะ มาใช้ร่วมกันอย่างกลมกลืนในการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตจนประสบความสำเร็จ ดังนั้น จากค่ามัธยฐานที่อยู่ในระดับสูงในทุกตัวบ่งชี้ ยืนยันได้ว่า



การบูรณาการระหว่างองค์ประกอบความรู้ ทักษะการสอน และคุณลักษณะ เป็นหัวใจสำคัญที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นพร้อมกัน เพื่อให้ได้ประสบการณ์การเรียนรู้เรขาคณิตที่ครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย ความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิต (Geometry Content Knowledge) และความรู้ด้านศาสตร์การสอน (Pedagogical Content Knowledge) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นของการมีความรู้ทั้งสองด้านร่วมกันอย่างสมดุล ผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยร่วมสมัยในช่วงปี 2022 - 2025 ที่ชี้ว่า ครูคณิตศาสตร์ควรพัฒนาทั้งความรู้ทางวิชาการและความเข้าใจผู้เรียนควบคู่กัน โดยเฉพาะในบริบทของการสอนเรขาคณิตที่มีความเป็นนามธรรมสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Fukaya, T. et al. ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เนื้อหาการสอนคณิตศาสตร์ ความเชื่อ และแรงจูงใจ พบว่าความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนและการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ส่งผลต่อคุณภาพการสอนในระดับที่มีนัยสำคัญ (Fukaya, T. et al., 2024) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Alka, M. et al. ที่แสดงให้เห็นว่า เรขาคณิตเป็นหัวข้อที่ครูต้องมี PCK เฉพาะทางในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ งานเหล่านี้ตอกย้ำความสำคัญของแนวคิด Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Alka, M. et al., 2023) สอดคล้องกับการศึกษาของ Shulman, L. S. ครูต้องผสมผสานทั้งความรู้ด้านเนื้อหาและศาสตร์การสอนเพื่อถ่ายทอดความรู้ได้อย่างลึกซึ้งและเหมาะสมกับผู้เรียนในบริบทของเรขาคณิต (Shulman, L. S., 1986) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Vinner, S. ก็ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนิยาม สมบัติ และทฤษฎีบทในเชิงโครงสร้าง ผลการวิจัยนี้จึงสะท้อนถึงการบูรณาการความรู้ทางเรขาคณิตกับกลยุทธ์การสอนอย่างกลมกลืน (Vinner, S., 1991) และสอดคล้องกับนโยบายสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เน้นการใช้ความรู้ในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564) ดังนั้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นชัดว่า การพัฒนาสมรรถนะด้านความรู้ของนักศึกษาครูจำเป็นต้องเน้นทั้งความรู้เชิงลึกด้านเนื้อหาเรขาคณิตและความรู้ด้านการสอน (PCK) พร้อม ๆ กัน จึงจะส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้เรขาคณิตมีคุณภาพและตอบโจทย์การเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างแท้จริง

องค์ประกอบทักษะการสอน องค์ประกอบนี้เน้นย้ำถึงการปฏิบัติการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัมพันธ์กับกรอบแนวคิด TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) ที่กล่าวถึงความสามารถในการนำเทคโนโลยีมาผนวกกับศาสตร์การสอนและเนื้อหาวิชา โดยเฉพาะตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ “โปรแกรมเรขาคณิตพลวัต” เช่น GeoGebra และการใช้เครื่องมือเรขาคณิตต่าง ๆ ช่วยสะท้อนให้เห็นว่า ครูยุคใหม่ควรมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การยอมรับของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ กนิษฐา เขาวัววัฒนกุล และวัชรรา เล่าเรียนดี ที่พบว่า ทักษะด้านการออกแบบกิจกรรม การตั้งคำถาม และการใช้สื่อมีบทบาทสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (กนิษฐา เขาวัววัฒนกุล และวัชรรา เล่าเรียนดี, 2554) และยังสัมพันธ์กับนโยบายของ OECD. ที่ส่งเสริมให้ครูสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning Skills) (OECD, 2019) ดังนั้น ทักษะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูจึงต้องมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีควบคู่กับการออกแบบกิจกรรมเชิงกระบวนการ เพื่อสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างยั่งยืน

องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ เช่น การมีวินัย การเสริมแรง และการสร้างแรงจูงใจ เป็นส่วนสำคัญของสมรรถนะครูที่ดี ตามกรอบสมรรถนะวิชาชีพครูของคุรุสภา และสอดคล้องกับการศึกษาของ วรวรรณ ก่อทอง และใจทิพย์ ณ สงขลา ที่เน้นว่า “คุณลักษณะทางจิตวิทยาและเจตคติของครู” มีผลอย่างมากต่อพฤติกรรมของผู้เรียนในชั้นเรียน ผลการวิจัยนี้ยังสะท้อนถึงความสำคัญของการบูรณาการด้าน “อารมณ์” และ “แรงจูงใจ” (วรวรรณ ก่อทอง และใจทิพย์ ณ สงขลา, 2559) ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามกรอบ (OECD, 2019) และสอดคล้องกับการศึกษาของ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ ที่ได้ศึกษาเรื่อง สมรรถนะการจัดการชั้นเรียนเพื่อความพึงพอใจ

เรียนดี มีความสุข พบว่า การสร้างแรงจูงใจเป็นหัวใจในการขับเคลื่อนสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2564) ดังนั้น การส่งเสริมคุณลักษณะทางจิตวิทยา ได้แก่ การมีวินัย การมีแรงจูงใจ และการเสริมแรง ถือเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้เรขาคณิตของครูมีความยั่งยืนและตอบสนองต่อความต้องการทางพัฒนาการของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก รวมทั้งหมด 40 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ 13 ตัวบ่งชี้ ครอบคลุมความรู้ด้านเรขาคณิต หลักสูตร วิธีการสอน และการวัดและประเมินผล 2) ด้านทักษะการสอน 18 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม การอธิบาย การสรุปบทเรียน การใช้เครื่องมือ และการใช้โปรแกรมทางเรขาคณิตพลวัต และ 3) ด้านคุณลักษณะ 9 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การมีวินัย การสร้างแรงจูงใจ และการเสริมแรง ตัวบ่งชี้มีค่ามัธยฐานตั้งแต่ 4.00 ขึ้นไป และพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ไม่เกิน 1.00 แสดงถึงความสอดคล้องของความคิดเห็นในระดับที่เชื่อถือได้ ผลการวิจัยนี้สามารถนำตัวบ่งชี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบหลักสูตรฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำผลวิจัยไปใช้ควรนำผลการวิจัยเป็นพื้นฐานแนวคิดในการออกแบบเครื่องมือเพื่อวัดระดับสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูและเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมสมรรถนะ ควรนำผลการวิจัยไปต่อยอดพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครูไปสู่การเป็นครูมืออาชีพในอนาคต สำหรับข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป นักวิจัยควรมีการขยายกลุ่มเป้าหมายไปสู่กลุ่มนักพัฒนาครูที่สังกัดในหน่วยงานอิสระ และควรใช้เทคนิคการวิจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัย จากทุนพัฒนาศักยภาพทางวิชาการนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และบทความวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของปริญญาานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ให้ข้อมูลที่สนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล และวัชร เล่าเรียนดี. (2554). การพัฒนารูปแบบการดูแลให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอนและการทำวิจัยในชั้นเรียนของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาการสอนคณิตศาสตร์. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 3(1-2), 150-165.
- ณัชฎาภา นิमितดี และนัฐจิรา บุศย์ดี. (2560). การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. The 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 22(1), 151-165.
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2563). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพมหานคร: บิสนิเนสอาร์แอนด์ดี.
- นฤมล ขอลี และคณะ. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบัวเหลือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 10(29), 1-8.



- นวลศรี ชำนาญกิจ. (2550). ผลการสอนโดยใช้ลำดับขั้นตอนของไดนา แวน ฮีลี ที่มีต่อระดับการคิดทางเรขาคณิตตามตัวแบบแวน ฮีลี และความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ใน รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- _____. (2544). การพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มีโนทัศน์ทางเรขาคณิต สำหรับนักศึกษาครู. ใน ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. บัณฑิต ฉัตรวิโรจน์. (2550). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบการจัดการความรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนของนักศึกษาครู. ใน ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2562). ครูในศตวรรษที่ 21. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 39(1), 15-24.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2564). สมรรถนะการจัดการชั้นเรียนเพื่อความ پاکเพียร เรียนดี มีความสุข. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พูนสุข อุดม. (2556). การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลกระทบต่อพัฒนาสมรรถนะของครูในภาคใต้ตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพด้านกระบวนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้. พัทลุง: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- มณฑลธน ไชยเสน. (2562). การพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนในสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นด้วยกระบวนการวิจัยศึกษาบทเรียน. ใน ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. (2562). หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (4 ปี) หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2562. เรียกใช้เมื่อ 15 ตุลาคม 2567 จาก <https://edu.psu.ac.th/>
- วรวรรณ ก่อทอง และใจทิพย์ ณ สงขลา. (2559). ผลของการใช้พอดคาสต์ในการฝึกสอนแบบจุลภาคด้วยแบบระดับต่างกันที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและสมรรถนะการสอนของนิสิตศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์. วารสารวิจัย มสส สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 12(3), 59-71.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). ผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามสาระการเรียนรู้. เรียกใช้เมื่อ 22 ตุลาคม 2567 จาก <https://www.niets.or.th/th/>
- _____. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของ สกสค.
- _____. (2560ก). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560ข). รายงาน PISA 2015. เรียกใช้เมื่อ 22 ตุลาคม 2567 จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/2015/>
- _____. (2560ค). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. เรียกใช้เมื่อ 22 ตุลาคม 2567 จาก <https://pisa-thailand.ipst.ac.th/?s=TIMSS>
- _____. (2562). การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018 เรียกใช้เมื่อ 22 ตุลาคม 2567 จาก <https://pisa-thailand.ipst.ac.th/news-12/>
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. (2551). ผลสำรวจสาเหตุนักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์และแนวทางแก้ไข. วารสารคณิตศาสตร์, 53(599-601), 20-28.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). คู่มือการประเมินสมรรถนะครู. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). กรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.
- อัญชลี สารัตนะ. (2559). การศึกษาเชิงสังเคราะห์เกี่ยวกับสมรรถนะสากล. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 39(3), 1-13.
- Alka, M. et al. (2023). Bibliometric analysis of pedagogical content knowledge (PCK) publication trends in Scopus database from 2018 to 2022. *Studies in Learning and Teaching*, 4(2), 306-318.
- Berry, A. et al. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1271-1279.
- Fukaya, T. et al. (2024). Relationship between mathematical pedagogical content knowledge, beliefs, and motivation of elementary school teachers. *Frontiers in Education*, 8(1), 1-11.
- Gogia, N. & Lakshmi, Y. V. (2020). Supervision practices in doctoral education: What are the concerns and how can we improve? *Shodh Sarita*, 7(28), 114-119.
- Lucero, J. (2018). Instructional competence of teachers: Basis for learning action cell sessions. *International Journal of Novel Research in Education and Learning*, 5(4), 5-8.
- Nihan, S. & Cigdem, K. (2021). Pre-service primary school teachers' metaphoric perceptions about geometry. *Acta Didactica Napocensia*, 14(2), 59-70.
- OECD. (2019). *OECD Lernkompass 2030: Rahmenkonzept des Lernens OECD Projekt Future of Education and Skills 2030*. Paris: OECD.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Vinner, S. (1991). The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In D. Tall (Eds.). *Advanced mathematical thinking* (pp. 65 - 81). Dordrecht: Springer Netherlands.